REVUE SUISSE DE ZOOLOGIE
Vol. 19, nº 6. — Juin 1911.

LA CONSERVATION DE L'ORIENTATION CHEZ LA FOURMI

PAR

V. CORNETZ

(Avec 3 figures dans le texte).

Tout le monde connaît les chemins ou sentiers de Fourmis. « Ils s'en vont au loin comme autant de rayons », écrivait, il y a déjà longtemps le naturaliste HUBER. En effet, un tel chemin est constitué par de longues sinuosités très aplaties sur un axe partant du nid.

Ces trajets collectifs tels que chemins, sentes et pistes ont été étudiés par A. FOREL et BETHE entre autres [1].

Le but principal de mes études sur les trajets de Fourmis a été d'observer le phénomène de l'origine des dits trajets collectifs et de l'étudier ensuite, car j'avais l'impression générale que ce phénomène initial avait été négligé [2].

Pour les six espèces de Fourmis que j'avais à ma disposition

[1] Le phénomène du chemin de Fourmis n'est pas général chez les Fourmis. Certaines espèces supérieures n'en font pas. Ainsi *Myrmecocystus bicolor* s'en va toujours isolément au loin et n'a nul besoin du servile contact de ses congénères ou d'une piste établie.

[2] Voir du même auteur : 1. *Une règle de constance.* Revue des Idées. Déc. 1910. — 2. *Trajets de Fourmis.* Mémoires de l'Institut général psychologique. — 3. Album faisant suite, 89 dessins. Idem.

à Ain-Taya (Algérie) au cours de deux étés, j'ai reconnu que les trajets collectifs tels que chemins etc..., sont des phénomènes consécutifs et qu'ils ont pour origine un premier trajet d'une Fourmi, partie au loin à la découverte et ayant réussi à trouver, soit un lieu de provende, soit un endroit propice à l'établissement d'une nouvelle colonie.

Ce résultat était facile à prévoir, me dira-t-on! J'y tiens cependant, car je prétends que le problème des trajets de Fourmis et en particulier celui du retour au gîte, se pose avant tout à propos d'un premier voyage d'une Fourmi partie isolément en exploration. Le simple avant le composé, le premier trajet de recherches avant le chemin lequel sera éventuellement, et cela le plus souvent beaucoup plus tard, la conséquence du susdit premier voyage au loin, au cas où l'Insecte parti isolément aurait découvert une riche provende.

Le problème ainsi nettement posé, bien d'intéressantes questions surgissent qui ne viendraient point à l'esprit si l'on ne considère que le banal phénomène des chemins de Fourmis. Par exemple :

Une Fourmi partie seule au loin à la découverte aurait-elle besoin, comme l'homme, d'une connaissance des environs, connaissance acquise progressivement, pour pouvoir revenir quasi-directement et rapidement de lieux éloignés de 30 mètres et souvent de beaucoup plus? Non, car j'observe souvent un premier trajet d'exploratrice, de suite après réouverture d'un nid, alors que des pluies diluviennes ont totalement changé le petit monde environnant le gîte ainsi que les abords mêmes du nid. L'Insecte part rapidement, va fort loin et en revient aisément.

Une telle Fourmi utiliserait-elle sa trace de l'aller au loin pour son retour? Non, car jamais une seule de mes Fourmis exploratrices des six espèces n'a refait au retour sa trace de l'aller, ni ne l'a reprise lorsqu'elle l'a recoupée, dernier fait qui souvent ne s'est pas produit. (Fig. 3.)

La dite Fourmi ferait-elle lors de son retour une suite de mouvements musculaires, succession d'attitudes, qui serait la reproduction d'une suite de mouvements faits lors de son aller?[1] Non, car elle passe en d'autres endroits au retour; elle pousse ou traîne souvent une charge; à l'aller elle n'en avait point et faisait du reste des recherches plus ou moins compliquées. (Fig. 3.)

Quel est le rôle de la lumière et celui des ombres en particulier? LUBBOCK le croyait prépondérant.

Quel est celui de l'odorat à distance?[2] Etc..., etc...

Une première expérience va mettre tout cela au point, pour mes espèces tout au moins.

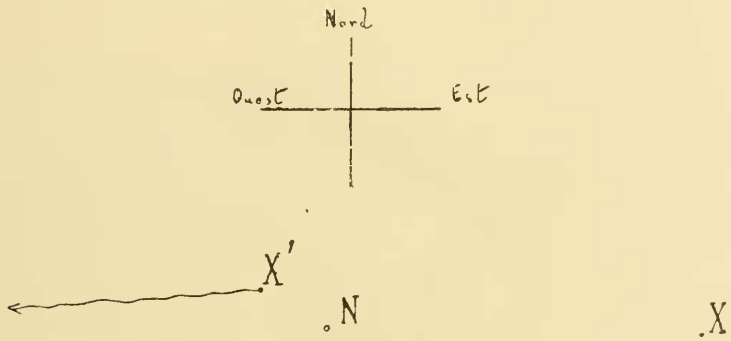

Fig. 1.

Expérience n° 1. — L'orifice du gîte d'une petite tribu est désigné par N. Tout le terrain est poussiéreux; il y a des empreintes de pas, quelques feuilles et graviers isolés çà et là. Aucun vent assez fort pour gêner l'Insecte. Il y a du soleil et des ombres portées en divers endroits.

Je guette une isolée arrivée au lieu X par exemple à huit ou

[1] Hypothèse de H. PIÉRON. Bull. de l'Institut général psychologique 1904 et 1906, p. 29.

[2] Odorat relationnel d'A. FOREL.

dix mètres du gîte et dans l'est de ce dernier. Je mets à portée des antennes de l'Insecte un petit support d'écorce sèche portant des aliments appropriés à l'espèce.

Si je laisse repartir ma Fourmi après choix fait d'un aliment elle file alors de X vers N, c'est-à-dire de l'est vers l'ouest. Au lieu de cela j'emporte doucement le support portant l'Insecte en train de choisir et m'en vais le poser en X'. Je fais toujours faire à l'objet une conversion quelconque avant de le replacer sur le sol et cela pour observer chaque fois que la Fourmi ne redescend jamais à l'endroit du support où elle était montée. J'ai choisi X' à l'ouest du gîte, en terrain similaire ou à peu près et au moins à un mètre de l'orifice. Par bon vent l'odeur du gîte peut encore affecter une grande ouvrière à un mètre, mais pas au delà et même sous le vent. (Fig. 2.)

J'observe les faits successifs suivants :

1° La Fourmi, après son choix fait, place sa tête vers l'ouest et son arrière-train vers l'est. Elle s'oriente donc, mais à faux. 2° Ainsi orientée, elle descend du support et marche sans arrêt ni hésitation vers l'ouest en maintenant pendant plusieurs mètres la dite orientation. L'erreur d'orientation par rapport à la ligne XN est toujours minime. (Ex. Fig. 2 en B et D.) Les mouvements successifs de l'Insecte, oscillations et sinuosités s'équilibrent autour d'un axe de sinuement.

Je prétends que du moment que cette expérience réussit ainsi, et elle m'a toujours réussi, il n'y a plus à se préoccuper de l'action de vue, tact et odorat en ce qui touche la prise d'orientation est-ouest, ni pour son maintien lors du retour de X vers le gîte N. Je dis que tant que la Fourmi n'est pas arrivée à proximité de son trou, l'action des susdits sens est mathématiquement égale à zéro, au point de vue de l'orientation vers le gîte ainsi que de son maintien.

En effet, vue, tact et odorat ne sont pas autrement sensibilisés en X' qu'en X, en ce qui touche la prise de l'orientation est-

ouest, car il n'est pas concevable que ces sens puissent déterminer l'Insecte alors qu'il est en X′ à s'éloigner de son gîte vers l'ouest avec un aliment, ni qu'ils puissent lui faire maintenir une seule et même direction, fausse du reste, pendant plusieurs mètres.

Une Fourmi d'une de mes espèces, partie de son gîte et se trouvant en un lieu quelconque X au loin, se manifeste donc en possession d'une orientation pour son retour, d'une pure direction lorsque je lui fais prendre un aliment, car elle fait preuve de cette possession de la même direction en un lieu X′, quelconque aussi, où je la transporte, après l'avoir capturée en X.

Je dirais volontiers que la Fourmi de l'exemple, si on lui laisse quitter le support en X, ne marche point vers son gîte en allant de X vers N, mais que c'est vers l'ouest qu'elle marche, puisqu'elle agit ainsi où qu'on la pose en terrain similaire. Il y a là une nuance! « Mieux que cela », dira peut-être un lecteur, « ce n'est pas vers l'ouest que marche votre Fourmi, car que « peut bien être l'ouest ou le sud pour une Fourmi? C'est à « rebours du sens de son voyage de l'aller qu'elle marche; elle « a fait tout simplement demi-tour après choix de l'aliment ». Ce lecteur approche de la solution, comme on le verra plus loin, mais l'idée simpliste « faire demi-tour » est tout à fait insuffisante. Grimpé sur le support que je lui offre au lieu X, l'Insecte ne saisit pas immédiatement un aliment pour faire ensuite demi-tour. Si la provende consiste en des graines serrées, adhérentes, ou en un aliment qu'il faut fractionner, la Fourmi prend toutes sortes de positions diverses avant de pouvoir saisir la charge qu'elle va emporter; le plus souvent l'Insecte reste plusieurs minutes à se promener sur le support, etc... Nous voilà donc bien loin du simple « demi-tour » et l'Insecte fait donc bien preuve, longtemps après son arrivée sur le support, de la possession de cette chose qu'en langage humain nous nommons « direction ouest ». La façon la meilleure de traduire par des mots la

constatation de l'expérience n° 1 est de dire : La Fourmi étant arrivée en un lieu X où elle a choisi sur un support une provende, quitte le support transporté en un lieu X′ quelconque, en terrain similaire, en marchant dans une direction qui reste toujours la même, où que soit situé le lieu X′. Elle marche ainsi dans le sens de X vers le gîte N et cela à quelques degrés près, tout comme si elle partait du lieu X et comme si elle n'avait point été transportée au lieu X′.

Il va de soi que les sens tels que vue, tact et odorat, dont l'expérience n° 1 démontre qu'ils ne jouent aucun rôle dans la prise de l'orientation ouest et pour son maintien lors de la marche, sont nécessaires à l'Insecte pour autre chose. Ils sont prêts à déceler à la Fourmi, en cours de la marche, toute chose et événement insolite ou dangereux à proximité de son corps.

Supprimer ces sens à l'Insecte au moyen du vernissage des yeux et de l'ablation des antennes, ce n'est donc nullement lui enlever des organes servant à la prise d'orientation pour le retour ainsi qu'à son maintien, mais c'est le démunir d'appareils récepteurs qui le renseignent sur les environs immédiats de son corps. Pour comprendre le rôle latent de tels organes lors du retour d'un lieu quelconque X vers le gîte N, je balaie la poussière épaisse jusqu'à la terre nue, c'est-à-dire à un centimètre de profondeur, au-devant de la Fourmi en marche. Je sais d'avance que les petits mouvements de détails de l'Insecte en seront forcément modifiés, puisque la conformation de la surface est changée, mais que la direction générale, l'orientation, n'en sera nullement affectée. Donc, aux endroits balayés, la Fourmi exploratrice n'est pas arrêtée ni gênée, comme ce serait le cas si elle suivait une piste ; elle n'a donc aucun besoin de reconnaître des lieux touchés ou sentis auparavant pour se diriger et pour maintenir l'orientation du retour sur la surface où j'ai balayé. Les organes vue, tact et odorat n'indiquent rien d'insolite à l'Insecte aux lieux balayés, car cette transformation de la

surface du sol est naturelle; le vent balaie aussi. Il n'en serait pas de même si l'on étendait au-devant de la Fourmi, sur le sol, une toile ou un journal.

Je reviendrai plus loin sur l'entrée en action des susdits sens lorsque l'Insecte, lors de son retour de X vers N, arrive enfin à proximité du gîte N, et cela dans le cas où on a laissé la Fourmi repartir du lieu X sans donc faire l'expérience de transport du support.

Conservation de l'orientation observée chez plusieurs Fourmis à la fois. (Fig. 2.)

Lorsqu'une exploratrice de l'espèce *Messor,* par exemple (Fourmi granivore dite moissonneuse), a découvert une riche provende, elle commence par y aller un certain nombre de fois toute seule, puis l'on voit d'autres ouvrières partir de ce côté-là, mais hésitantes et sinuantes. Elles ne suivent aucunement une des traces du va-et-vient de la première; elles se dirigent du côté de la provende, et cela plus ou moins bien. Leurs trajets, bien individuels et latéralement séparés, tiennent sur une bande de terrain de $0^m,30$ à $0^m,40$ de large. Dans la figure n° 2, la ligne en tirets allant de N à A représente la ligne médiane de cette bande de terrain. Au lieu A j'ai placé une grande feuille d'Eucalyptus, chargée des nombreux débris d'un chaton de Platane. Sept Fourmis arrivées du gîte N travaillent sur ce support à détacher des graines. Il y a donc dans cet exemple le début d'un « terrain de parcours » de N en A. Le terrain de parcours est le stade qui précède le chemin de Fourmis; ce dernier se constitue, dans les cas de très riches provendes, par rapprochement des trajets isolés.

Il s'agissait, pour moi, dans l'exemple de la fig. 2, de déterminer l'attraction à distance par l'odeur du gîte. J'ai donc choisi pour cela une importante cité souterraine de *Messor barbarus*

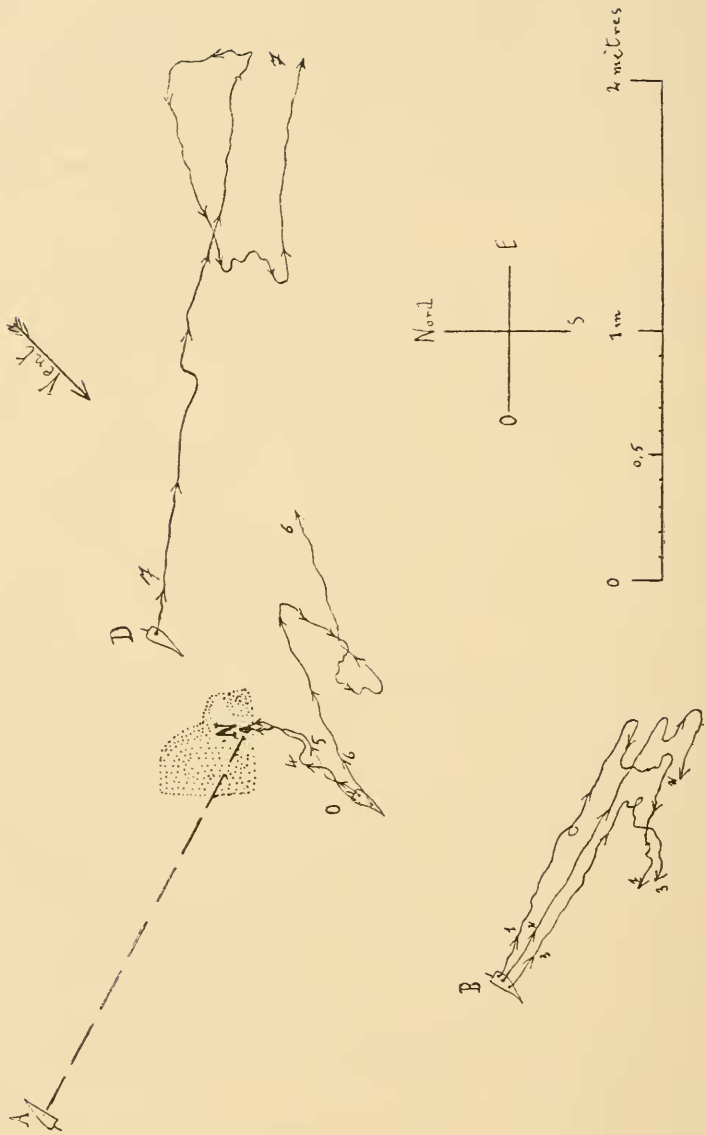

Fig. 2.

var. *sancta*. L'orifice unique N est large de 4 à 5 centimètres. Au nord se trouve un tas de déblais du nid et de détritus ; ce tas, figuré par un pointillé, doit être odorant aussi.

Comme il y avait bon vent soufflant du nord-est, j'ai balayé l'épaisse poussière jusqu'à la terre ferme sur toute la surface du secteur sud-ouest, là où se trouvent les points B et O. Sur ce terrain neuf et bien égalisé, je porte la feuille d'Eucalyptus avec les sept Fourmis et je la pose au lieu B, en mettant sa pointe au sud-ouest, alors qu'en A la pointe de cette feuille était au nord-est. De cette façon, je verrai que les Insectes ne redescendent point par le côté du support où ils sont montés [1].

Trois Fourmis partent successivement de ma feuille en B. Elles poussent chacune une graine devant elles. La conservation de l'orientation inverse de NA est très bonne. En ce lieu B, à $1^m,40$ du nid important et sous le vent, l'odeur du gîte n'influence en rien les Insectes. Je porte ensuite la feuille en O à $0^m,60$ du gîte. Ici, sur terrain soigneusement balayé, les Fourmis 4, 5 et 6 vont au gîte, mais 6 s'égare dès qu'elle n'est plus sous le vent. Je transporte enfin la septième Fourmi au lieu D, à $0^m,50$ du gîte, mais au vent. Après 18 minutes d'attente de ma part, cette grande ouvrière part enfin, sans hésitation aucune, et vers l'est-sud-est ; néanmoins il y a une erreur d'orientation par rapport à la ligne AN ; c'est une des plus fortes erreurs que j'aie pu constater au cours d'expériences de ce genre.

Pour ce nid, par bon vent et sous le vent, l'attraction odorante du gîte n'a jamais porté au delà de $0^m,90$ à 1 mètre, et cela pour les plus grandes ouvrières. Sans vent, elle ne s'est pas fait sentir

[1] Si on laisse des Fourmis d'espèces très odorantes monter et descendre 15 à 20 fois d'un support et qu'ensuite on tourne le dit, alors elles redescendront par l'endroit qui leur est devenu connu. Il y aura « chemin » sur le support. Pour apprendre ce qu'est l'orientation chez les Fourmis, il ne faut pas attendre qu'un Insecte connaisse bien un trajet par de nombreuses répétitions de traces odorantes ; ce fut la mauvaise, mais régulière habitude de LUBBOCK. (*Les Fourmis*, 2e vol., p. 13, Paris, Germer-Baillière.)

au delà de $0^m,40$. Pour mes autres espèces, l'attraction à distance porte beaucoup moins loin.

Les grandes masses odorantes, arbres d'odeurs pénétrantes, terres fumées, tas de raisins pressés, peuvent attirer des Fourmis à plusieurs mètres ; c'est bien connu.

Conservation de l'orientation chez certains individus marchant sur un chemin de Fourmis.

Un chemin de Fourmis *Messor barbarus* va du nid N à un tas de graines à plusieurs mètres de distance. Il est fréquenté par de nombreuses Fourmis. Ce chemin conduit les Fourmis rapportant une graine du nord-est au sud-ouest. Je capte de grandes ouvrières par la pointe de la graine, l'Insecte se tenant agrippé à l'objet par la force des mandibules ; puis, je porte le tout en terrain similaire, mais au delà du gîte, c'est-à-dire dans le sud-ouest de l'orifice N. Posée sur le sol de biais par rapport à l'orientation du chemin, la Fourmi commence par tourner sur elle-même comme l'aiguille d'un cadran, puis elle marche à faux vers le sud-ouest. Elle ne s'éloigne ainsi du nid, avec l'orientation du chemin, que pendant $0^m,40$ à $0^m,50$, puis elle tournoie. Elle a donc perçu l'absence des congénères et de la piste. Les petites ouvrières transportées ainsi tournoient dès le dépôt à terre ; elles ne paraissent donc être sur le chemin de Fourmis que des imitatrices des grandes.

Cette expérience de transport, faite au début de mes études, m'avait beaucoup frappé. Ainsi donc certaines grandes ouvrières fréquentant le chemin sont non seulement déterminées dans leur marche par le contact et l'odeur de leurs congénères et de la piste, mais encore par l'orientation générale du chemin. Peut-être ce fait n'a-t-il pas été remarqué par ceux qui ont étudié les chemins de Fourmis avant moi.

Conservation de l'orientation après un temps écoulé.

Dans l'exemple précédent, le chemin n'ayant plus été fréquenté depuis deux jours, je pose une feuille sèche portant des graines prises sur le tas cité au bord de l'orifice N. Des petites ouvrières montent sur la feuille, ainsi que trois grandes. Je porte doucement la feuille sur la route, à plusieurs mètres d'écart de la trace du chemin anciennement fréquenté, mais en terrain similaire. Les petites ouvrières descendent là du support et errent pendant plusieurs heures. Les trois grandes partent isolément, chacune avec une graine, et marchent vers le sud-ouest, tout comme si elles étaient encore sur leur chemin d'il y a deux jours.

Cependant elles sinuent fortement ; la suite de leurs mouvements musculaires est toute différente de ce qu'elle est sur le chemin, où elles ne font qu'osciller constamment en poussant la grande graine devant elles. Vu l'endroit où j'ai posé ma feuille, cette marche vers le sud-ouest ne les mène pas vers le gîte.

Provenance de l'orientation du retour.

Expérience n° 2. — Je choisis un nid où j'ai empêché pendant plusieurs jours qu'il ne se fasse de chemins. J'élimine cette possibilité d'une vieille habitude de direction en enlevant tous les jours les tas de graines qui pourraient déterminer les Fourmis à faire un chemin après qu'une exploratrice aurait découvert un tel tas.

Comme plus haut, je pose un support avec des aliments au bord de l'orifice N. Lorsqu'une ouvrière y est montée, je porte doucement le support à courte distance en un lieu Y quelconque. Sans vent, il n'est pas même nécessaire d'aller à un mètre pour les grandes espèces. Pour les établissements peu importants des

espèces minuscules *(Pheidole, Tetramorium)*, une distance de 10 à 12 centimètres suffit.

Lorsque l'Insecte descend du support et désire porter l'aliment vers le gîte, il ne le peut pas. Il tournoie et erre sur le sol souvent pendant fort longtemps. Il est sans orientation, sans direction vers le gîte. En choisissant le lieu Y à plusieurs mètres, cela peut durer des heures, jusqu'à ce que des tournoiements de plus en plus étendus fassent passer l'Insecte enfin à proximité du gîte. Cette expérience, faite plus de 150 fois, donne toujours ce même résultat pour toutes mes espèces.

Or, si l'Insecte était allé de lui-même du gîte au lieu Y, il en reviendrait aisément et directement en quelques minutes, comme pour l'expérience n° 1, lorsqu'on le laisse repartir du lieu X vers le gîte.

Par conséquent, la possibilité d'un retour directement orienté que nous remarquons chez une Fourmi allée d'elle-même de son gîte jusqu'en un point X quelconque où on lui a donné une provende provient de l'aller NX qu'elle a fait au loin, cet aller pouvant avoir été du reste inobservé de la part de l'observateur. La clé de la possibilité du retour direct gît donc dans l'aller. Le retour est fonction de l'aller en tant qu'orientation[1].

Le lecteur aura pressenti déjà que ce phénomène de la possession de l'orientation de X vers N, ou de X′ vers l'ouest dans fig. 1, est un phénomène de rémanence, de persistance. On devine que la Fourmi, en train de choisir l'aliment qu'elle va emporter vers le gîte ou vers l'ouest, possède déjà l'orientation pour la marche vers l'ouest. Après l'expérience n° 1, on sentait que cette possession de l'orientation devait provenir de quelque chose qui s'était passé *avant* le départ du support de la part de l'Insecte.

[1] Je rappelle ma constatation du début de cette étude : Jamais je n'ai vu une isolée exploratrice utiliser sa trace de l'aller au loin lors de son retour.

Or, mes collections de nombreux voyages lointains font voir que la fonction est la plus simple possible. Cette orientation du retour se retrouve constamment en cours de l'aller au loin, mais en sens inverse. Voici un exemple.

Conservation de l'orientation en cours d'un voyage. (Fig. 3.)

J'ai un nid de petites Fourmis noires *(Tapinoma erraticum nigerrimum)* au pied de la falaise de la mer. Une file ou chemin de Fourmis va du nid N au lieu P où gît un Scarabée écrasé. Ce chemin est figuré par une ligne en tirets NP. Quelques grandes ouvrières, F, F, se détachent au lieu P et partent isolément en exploration.

Je vois une grande ouvrière se détacher du chemin un peu avant le lieu P et partir droit vers le

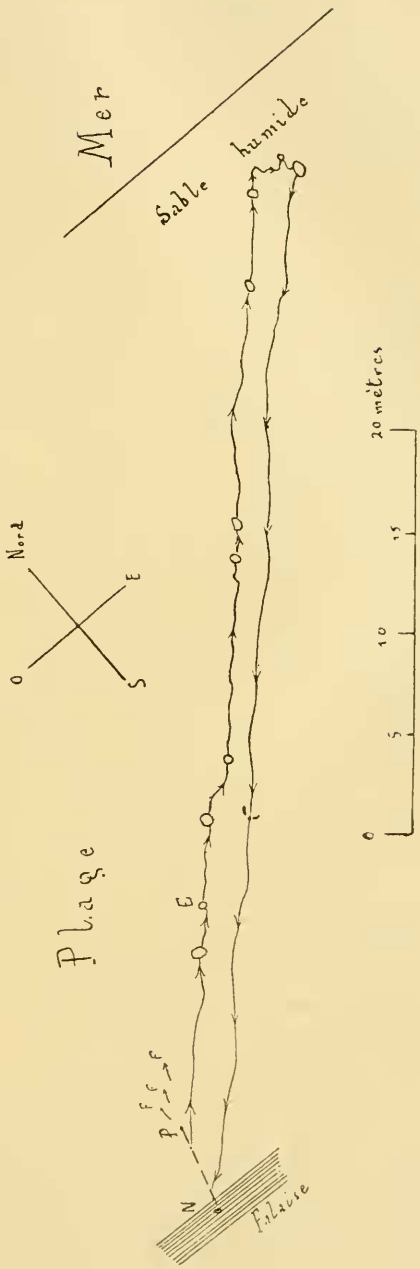

Fig. 3.

nord-est. Connaissant cette constante de départ, et sachant qu'il n'y a quasi aucune chance de trouvaille d'une provende dans les graviers sur la surface mouvementée de la plage, j'appelle des spectateurs et leur montre l'Insecte en train de tournoyer en cherchant dans le deuxième espace de recherches désigné par E, espace dont le diamètre est d'environ $0^m,40$. Je prédis, presque à coup sûr, que cet Insecte sera déterminé, de par ma règle de la conservation de l'orientation, à toujours maintenir l'orientation nord-est. J'annonce qu'il reviendra à peu près parallèlement et qu'il sera ainsi forcément ramené à recouper soit le pied de la falaise, soit la file de ses congénères. C'est le deuxième cas qui s'est réalisé.

On voit donc que l'orientation du début du voyage réapparaît constamment ensuite, malgré que l'aller soit coupé par ce que j'appelle des espaces de recherches, lieux peu étendus où l'Insecte explore plus ou moins longuement. L'aller est donc régi par l'orientation du début du voyage, laquelle réapparaît constamment avec des différences angulaires très minimes, puis c'est cette orientation qui se voit à nouveau en sens inverse au retour. Le fait est général pour toutes les exploratrices que j'ai suivies. Je l'appelle *la règle de constance de la conservation de l'orientation*. Tous les voyages d'exploratrices que j'ai vus et relevés ont un air de famille d'autant plus accusé que l'espèce est plus automatique. Chez *Myrmecocystus bicolor*, Fourmi supérieure, à courte vue distincte, laquelle suit cependant aussi cette règle du voyage, le trajet est beaucoup plus riche en détails intéressants.

Il arrive qu'une Fourmi exploratrice, après avoir maintenu un aller vers l'ouest, par exemple, depuis son nid N jusqu'en un lieu A, entreprenne de là une grande exploration latérale jusqu'en un lieu B. Très souvent l'orientation de cette deuxième exploration est à peu près perpendiculaire à celle de la première, qui allait donc de N en A. Nous avons alors un grand triangle NAB.

Je donne à l'Insecte un débris d'aliment au lieu B. Jamais je n'ai vu, dans un tel cas, l'Insecte fermer le triangle par un trajet direct BN. La Fourmi revient toujours d'abord de B jusqu'à hauteur du lieu A, puis de là elle va vers le gîte [1]. Mes Fourmis ont donc toujours repris le contre-pied dans les cas de tels allers à deux orientations générales. On sait que, chez le Pigeon, la prise du contre-pied pour le retour ne constitue qu'une rare exception (d'après THAUZIÈS et HACHET-SOUPLET).

Le lecteur comprendra maintenant pourquoi jamais une seule de mes isolées exploratrices n'a utilisé sa trace de l'aller pour le retour. Elle n'en a aucun besoin, puisqu'elle possède l'orientation du retour, où qu'elle soit arrivée, en un lieu X au cours de son aller. Une telle Fourmi ne laissera donc probablement pas de sécrétion odorante dans ses explorations souvent fort lointaines. En tous cas, si elle en laisse une, elle ne l'utilise point, puisqu'elle ne reprend pas sa trace de l'aller lorsqu'elle la recoupe. On sait, par contre, d'après M. le Dr SANTSCHI, que chez certaines espèces une Fourmi laisse intentionnellement une sécrétion derrière elle, pour indiquer à d'autres congénères un lieu intéressant.

On comprend aussi maintenant pourquoi une grande ouvrière n'a aucun besoin d'une connaissance préalable pour partir au loin après les pluies et pour en revenir rapidement.

J'espère qu'aucun lecteur ne comprendra à faux ma règle de constance, règle qui résume l'ensemble de mes nombreuses observations. D'après cette règle, l'Insecte parti en exploration n'est pas ramené à son point de départ, bien entendu, mais bien dans la région proche de son point de départ. Souvent le quasi

[1] La Fourmi a donc aussi une faculté d'estimation de la distance parcourue de A en B. Cela a été constaté par H. PIÉRON, 1904. La notion d'une mémoire motrice, mémoire musculaire en ce qui touche la « quantité » des mouvements accomplis, est donc très acceptable. Elle ne l'est point quant à la « forme » des mouvements, ainsi que je l'ai fait voir au début de cette étude.

parallélisme du retour avec l'aller fait passer la Fourmi au retour à côté de son gîte avec un écart qui peut être même de plus d'un mètre. L'Insecte est ramené en tous cas forcément « à proximité » du gîte de par ma règle de la forme du voyage. Ma collection de dessins fait voir alors le lieu où les sens récepteurs tels que vue, tact et odorat, entrent en jeu actif. Ou bien l'Insecte a la chance de recouper un chemin de sa tribu qui le conduit alors droit à l'orifice de son gîte, ou bien l'on voit se produire le curieux phénomène suivant, lequel est très fréquent. La Fourmi arrivant, par exemple, de 30 mètres de loin, où je lui ai donné une provende, en course rapide et bien dirigée vers la région du nid, va manquer l'orifice avec un écart latéral de 0,^{m}40 par exemple. Tout à coup elle abandonne l'orientation maintenue si longtemps et si bien, et elle commence un trajet irrégulier, souvent de longue durée, lent et pénible, trajet qui enfin se termine par la découverte de l'orifice. Cette détermination est, à mon avis, si peu précise justement parce que l'Insecte en est alors réduit à l'usage de ses sens récepteurs. J'appelle ce phénomène : *tournoiement de Turner*, parce qu'il a intrigué cet auteur, qui l'a signalé à juste titre. Une piste établie conduit toujours à l'orifice même, et l'on ne comprend pas pourquoi l'Insecte se met à errer si près du gîte. On admettait qu'une Fourmi est reconduite par une piste ; or, ce n'est point une piste que l'Insecte abandonne pour chercher l'orifice, mais bien une pure orientation.

Il peut arriver qu'une Fourmi découverte isolée soit une isolée retardataire sur une piste où d'autres l'ont précédée. On sera facilement fixé là-dessus par l'emploi du balai au-devant de l'Insecte. L'isolée exploratrice laquelle, à l'encontre de la susdite isolée retardataire, revient uniquement orientée, dirigée, ne s'arrête pas au bord de la plage balayée et la traverse sans modifier la direction.

RÉSUMÉ

Le voyage au loin d'une Fourmi de mes espèces allant à la découverte, n'est pas d'une forme quelconque, c'est là le fait capital. Cette Fourmi ne s'éloigne point en décrivant, par exemple, des lignes courbes autour de son gîte, ou en faisant un trajet irrégulier quelconque, ainsi qu'une Abeille, laquelle, après avoir visité divers arbustes, reviendra vers sa ruche en fermant le polygone décrit. Ma Fourmi part droit et vite comme par un rayon qui partirait de son trou ou de la région très proche du dit, après quoi cette direction initiale une fois prise réapparaît constamment à quelques degrés près et cela malgré les tours sur elle-même, les boucles décrites, les recherches que la Fourmi peut faire.

Un déterministe dira que la direction du départ de l'exploratrice vers l'inconnu, direction initiale du reste prise au hasard, commande la suite du voyage et cela d'autant plus étroitement que l'espèce en question est plus automatique. Un finaliste, par contre, dira que la Fourmi agit ainsi dans le but de ne point s'égarer. Elle est ainsi sûre, dira-t-il, d'arriver à recouper au retour la région proche du gîte, et elle agira ainsi d'autant plus que ses organes récepteurs, sa vue par exemple, seront plus imparfaits. Laissons ces messieurs discuter là-dessus, car leurs opinions n'ont surtout d'importance que pour eux. Le fait constaté importe bien plus que l'opinion personnelle que l'on peut avoir à son égard.

La forme du voyage, le simple relevé du trajet, fait comprendre le retour au gîte si aisément effectué par un Insecte lequel, chez beaucoup d'espèces, ne possède aucune vue distincte. La Fourmi partie en exploration, pour mes espèces, ne « cherche pas sa route » et ne « trouve pas son chemin » au retour, comme on le

pense anthropocentriquement *a priori* et comme on le dit souvent. L'expérience n° 1 ainsi que l'emploi du brutal balai le démontrent. Elle possède une orientation qui provient de son aller au loin et du début de cet aller.

Poserai-je enfin la question : Y a-t-il un organe spécial et où est-il ? Elle n'est point de mon ressort. Elle regarde les physiologistes connaisseurs de la structure interne de la Fourmi. Il me suffit d'avoir surmonté, pour mes espèces, un point de vue qui consistait à admettre que la Fourmi, découverte sur le sol loin de son gîte, se dirigeait vers ce gîte au retour au moyen de combinaisons de perceptions fournies par des organes récepteurs tels que vue, tact et odorat. Quant à l'élément musculaire dont tout ce que l'on sait de précis est qu'il se contracte, on peut admettre, avec H. Piéron, qu'il est capable de fournir une grossière estimation de la distance parcourue et cela de par le grand nombre de ses contractions successives. Mais cela ne touche jamais que la « quantité » de mouvement. Un podomètre n'est pas une boussole. Je ne conçois point cet élément musculaire susceptible d'enregistrer et de conserver de pures directions.

Imaginerai-je ce qu'il peut bien y avoir dans ma Fourmi? Et s'il s'y trouvait une chose sur laquelle l'esprit humain, forcément limité à l'emploi des formes de son entendement, n'aurait aucune prise? Si, par exemple, et cela est pour moi très probable, l'espace était quelque chose de tout autre pour la Fourmi que pour l'esprit humain?

Technique des Observations.

Le mieux est de choisir des établissements récents de petites tribus, gîtes n'ayant qu'un seul orifice, ou des orifices très rapprochés. On évite ainsi l'éventualité d'anciennes habitudes de direction chez les Insectes d'un nid, et l'on pourra observer beaucoup plus de grandes ouvrières partant isolément à la décou-

verte. Ces dernières auront aussi bien moins de chances de recouper un chemin battu, lorsqu'au retour elles arrivent à hauteur du gîte, et ainsi on leur verra faire le tournoiement auquel j'ai donné le nom de TURNER.

Il y a un point sur lequel je ne saurais trop insister : On ne doit se faire une opinion, que lorsqu'on possède des voyages entiers et pas seulement des portions de voyages. Une Fourmi partant seule au loin doit être suivie depuis le départ jusqu'à sa rentrée au gîte. Tout le voyage doit être relevé et le trajet doit être schématisé le moins possible. On possède alors un document complet, pouvant figurer dans une collection, et qui donnera la vue d'ensemble de tout le voyage. C'est cette vue d'ensemble qui importe.

En n'observant une Fourmi que pendant quelques minutes, voici les trois erreurs principales que l'on peut commettre.

1. Un spectateur voit une Fourmi partir seule du gîte, très vite, très droit, et marcher ainsi pendant $0^m,70$ à $0^m,90$ (pour l'espèce *Messor barbarus*). Comme il sait que, pour son compte personnel il ne pourrait faire 70 à 90 mètres en ligne droite, que guidé par un sentier droit, ou en se dirigeant par la vue vers un repère lointain dans le cas où il n'y aurait aucun sentier, ce spectateur admet que la Fourmi en question part en suivant une piste droite déjà établie, ou bien qu'elle va à un but. Alors, il trouve le cas sans intérêt et ne continue pas l'observation. S'il l'avait fait, il aurait constaté que, dans les cas d'un départ rapide et droit sur une telle distance, la direction générale du début reprend, à peu de degrés près, après chaque recherche localisée en cours de voyage. Il aurait appris qu'un tel départ indique un voyage lointain, une exploration. L'idée lui serait venue alors de balayer le sol au-devant de l'Insecte, et il aurait constaté que la Fourmi n'abandonne pas pour cela sa direction générale, et cela pas plus à l'aller qu'au retour. Ensuite il aurait observé que la Fourmi partie en exploration revient, neuf fois

sur dix, bredouille, pour les espèces sans vue distincte; cela lui aurait appris qu'elle ne va point vers un but en prenant son départ si rapide et si droit. Il aurait donc constaté, chez cet Insecte sans vue distincte, l'intéressante faculté de pouvoir marcher vite et très droit devant lui, sans aucun sentier, ni but lointain pouvant servir de pylone indicateur, soit pour la vue, soit pour l'odorat. Cela lui aurait donné l'idée de regarder de plus près cette longue marche droite du début du voyage. Il se serait rendu compte que cette marche droite n'est qu'une incessante rectification; l'Insecte oscille incessamment de l'avant-train et des antennes, avec une alternance d'une régularité mathématique, tant que ces antennes ne rencontrent point quelque chose d'insolite ou d'intéressant, et le mouvement rappelle d'une façon frappante celui du bâton de l'aveugle. En voyant comme un tel Insecte maintient remarquablement bien une droite de par cette compensation incessante, le spectateur se serait souvenu de diverses analogies et il aurait pensé aux oscillations qui favorisent le fonctionnement de divers régulateurs, et qui augmentent beaucoup leur sensibilité. Etc..., etc...

2. Dans l'exemple de la fig. 3, lorsque j'avais appelé des spectateurs pour regarder la Fourmi en train de chercher une provende dans l'espace désigné schématiquement par un petit cercle en E, ils avaient déclaré que c'était là une Fourmi « égarée ». Ils ne se doutaient point que l'Insecte, en possession de l'orientation générale nord-est du fait du début de son voyage lorsqu'il quitta la file NP, pouvait se permettre de nombreuses recherches successives sans être perdu pour cela. Dans un tel cas, il n'y a que la vue d'ensemble qui puisse instruire d'une manière efficace.

3. On trouve à $0^m,70$ de son gîte une Fourmi poussant une graine. Son trajet est très irrégulier et paraît bizarre; tantôt elle paraît se rapprocher de l'orifice, tantôt s'en éloigner; pendant quelques centimètres elle paraît assez bien dirigée vers le

trou, puis elle erre à nouveau, etc..... Un spectateur qui n'a vu que cette fin d'un grand voyage au loin et qui ne connaît point ce que j'appelle le tournoiement de TURNER (voir plus haut), pensera que le fait d'être encombré par la charge et affairé empêche l'Insecte de facilement se reconnaître. De là à conclure qu'un Insecte chargé s'oriente toujours mal, en cours de voyage, il n'y a qu'un pas à faire. Disons d'abord que maintes fois un Insecte sans charge tournoie et erre autour du trou au retour d'un long voyage au loin, et qu'il a tout autant de difficultés pour trouver l'orifice que son congénère chargé d'une graine, par exemple. Ensuite, si le spectateur avait vu tout le voyage de la Fourmi cherchant le gîte avec sa graine, il aurait appris, par exemple, que j'ai donné la graine à l'Insecte alors qu'il était à 15 mètres du gîte, et que la Fourmi s'est alors mise à pousser ou à traîner la provende en prenant d'emblée, sans hésitation, la direction vers la région du gîte. Il aurait vu que l'Insecte a fort bien maintenu cette direction, et cela sans arrêts ni recherches sur un sol dont je balayais la surface au-devant de lui. Il aurait constaté, à l'arrivée dans la région du gîte, un écart latéral de $0^{m},70$, écart minime pour un trajet de 15 mètres, puis l'abandon de l'orientation générale du retour pour commencer le tournoiement de recherche. Il aurait donc appris que la graine n'a aucunement empêché l'Insecte de maintenir pendant 15 mètres l'orientation vers la région du gîte.

On voit donc combien il est nécessaire d'observer des voyages en entier, et combien il est utile de les dessiner pour avoir la vue d'ensemble.

Rassembler des voyages lointains en une collection, comme je l'ai fait, ce n'est pas seulement faire œuvre de patience. Par la comparaison des documents, on apprendra mainte chose que l'observateur qui ne dessine point les voyages risquera beaucoup d'ignorer.